



**PENYEBAB RUSAKNYA SUDU JALAN PADA  
TURBIN UAP *CARGO OIL PUMP* DI MT.  
GAMALAMA**

**SKRIPSI**

**Untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran (S.Tr.Pel) pada**

**Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang**

Disusun Oleh :

**RIZKY DWI PAMBUDI**

**NIT. 531611206152 T**

**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV  
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN  
SEMARANG  
2021**

## HALAMAN PERSETUJUAN

### PENYEBAB RUSAKNYA SUDU JALAN PADA *CARGO OIL PUMP* DI MT. GAMALAMA

DISUSUN OLEH:

**RIZKY DWI PAMBUDI**

NIT. 531611206152 T

Telah disetujui dan diterima, selanjutnya dapat diujikan didepan  
Dewan Penguji Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang  
Semarang, 5 Maret 2021

Dosen Pembimbing I  
Materi



**NASRI, M.T., M.Mar.E**

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 19711124 199903 1 001

Dosen Pembimbing II  
Metodologi dan Penulisan



**BUDI JOKO RAHARJO, M.M., M.Mar.E**

Pembina (IV/a)

NIP. 19740321 199808 1 001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknika



**AMAD NARTO, M.Pd, M.Mar.E**

Pembina (IV/a)

NIP. 19641212 199808 1 001

## PENGESAHAN HALAMAN SKRIPSI

Skripsi dengan judul “Penyebab Rusaknya Sudu Jalan Pada Turbin Uap  
*Cargo Oil Pump* Di MT. Gamalama” karya,

Nama : RIZKY DWI PAMBUDI

NIT : 531611206152 T

Program Studi : TEKNIKA

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Penguji Skripsi Prodi Teknika,  
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang pada hari *Senin*, tanggal *8 Maret 2021*

Semarang, *8 Maret 2021*

**Panitia Ujian**

Penguji I

Penguji II

Penguji III

DWI PRASETYO, MM, M.Mar.E

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 19741209 199808 1 001

NASRI, M.T., M.Mar.E

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 19711124 199903 1 001

YUSTINA SAPAN, S.ST., M.M

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 19771129 200502 2 001

Mengetahui

Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Dr. Capt. MASHUDI ROFIK, M.Sc

Pembina Tk. I (IV/b)

NIP. 19670605 199808 1 001

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : RIZKY DWI PAMBUDI

NIT : 531611206095 T

Jurusan : TEKNIKA

Skripsi dengan judul “**penyebab rusaknya sudu jalan pada turbin uap cargo oil pump**”.

Dengan ini saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam skripsi ini benar-benar hasil karya (penelitian dan tulisan) sendiri, bukan jiplakan dari karya tulis orang lain atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah. Atas pernyataan ini saya siap menanggung resiko/sanksi yang dijatuhkan apabila ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya ini.

Semarang, 4 Maret 2021

Yang membuat pernyataan,



**RIZKY DWI PAMBUDI**

NIT. 531611206152 T

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### MOTTO:

“Pekerjaan yang baik tanpa perencanaan hanya akan jadi sulit, perencanaan yang baik tanpa pelaksanaan hanya akan jadi arsip”

(Jusuf Kalla)

“Keberhasilan bukanlah milik orang yang pintar. Keberhasilan adalah kepunyaan mereka yang senantiasa berusaha.”

( B.J. Habibie )

“Yang paling berharga dan hakiki dalam kehidupan adalah dapat mencintai, dapat iba hati, dapat merasakan kedukaan”

(Soe Hok Gie)

### PERSEMBAHAN:

1. Bapak dan Ibu tercinta, serta kakak dan adik saya, atas cinta dan kasih sayang.
2. Dosen Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan.
3. Perusahaan pelayaran PT. Pertamina Shipping yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk belajar secara langsung di atas kapal.



## PRAKATA

Alhamdulillah, segala puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT, yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang atas segala rahmat dan hidayah-Nya yang telah dilimpahkan kepada hamba-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah mengantarkan kita menuju jalan yang benar.

Skripsi ini mengambil judul “Penyebab Rusaknya Sudu Jalan Pada Turbin Uap *Cargo Oil Pump* Di MT. Gamalama” yang terselesaikan berdasarkan data-data yang diperoleh dari hasil penelitian selama satu tahun dua belas hari praktek laut di perusahaan PT. Pertamina Shipping.

Dalam usaha menyelesaikan Penulisan Skripsi ini, dengan penuh rasa hormat Penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan bimbingan, dorongan, bantuan serta petunjuk yang berarti. Untuk itu pada kesempatan ini Penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Dr. Capt. Mashudi Rofik, M.Sc selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang yang telah memberikan kemudahan dalam menuntut ilmu di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
2. Bapak Amad Narto, M.Mar.E, M.Pd selaku Ketua Jurusan Teknik Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang yang telah memberikan kemudahan dalam menuntut ilmu di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
3. Yth. Bapak Nasri, M.T., M.Mar.E selaku Dosen Pembimbing Materi Penulisan Skripsi yang dengan sabar dan tanggung jawab telah memberikan dukungan, bimbingan, dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini.
4. Yth. Bapak Budi Joko Raharjo, M.M., M.Mar.E selaku Dosen Pembimbing Metode Penulisan Skripsi yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Perusahaan PT. Pertamina Shipping yang telah memberikan kesempatan pada Penulis untuk melakukan penelitian dan praktek diatas kapal.

6. Nahkoda, KKM beserta seluruh awak MT. Gamalama yang telah membantu Penulis dalam melaksanakan penelitian dan praktek.
7. Ayah dan ibunda tercinta, adik-adik, serta seseorang yang ada dihatiku yang telah memberikan dukungan moril dan spiritual kepada Penulis selama penulisan skripsi ini.
8. Semua pihak dan rekan-rekan yang telah memberikan motivasi serta membantu Penulis dalam penyusunan skripsi ini.

Akhirnya, dengan segala kerendahan hati Penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan-kekurangan, sehingga Penulis mengharapkan adanya saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata Penulis berharap agar penelitian ini bermanfaat bagi seluruh pembaca.



Semarang, 4 Maret 2021

Penulis

**RIZKY DWI PAMBUDI**

**NIT. 531611206152 T**

## DAFTAR ISI

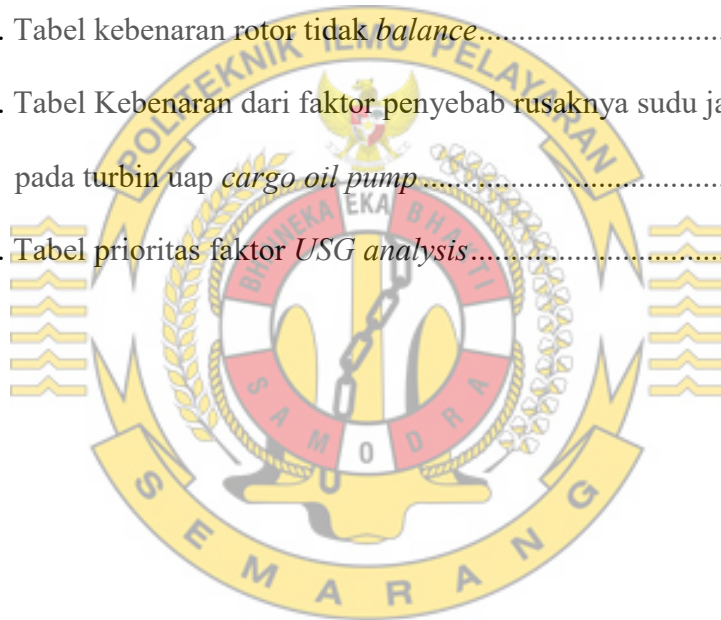
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN HALAMAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN .....	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
INTISARI.....	xiii
<i>ABSTRACT</i> .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	4
1.4. Manfaat Penelitian .....	4
1.5. Sistematika Penulisan .....	5
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
2.1. Tinjauan Pustaka .....	7
2.2. Kerangka Pikir Penelitian .....	24
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1. Pendekatan Dan Desain Penelitian.....	25



3.2. Waktu Dan Tempat Peneltian .....	26
3.3. Metode Pengumpulan Data .....	27
3.4. Sumber Data Penelititan.....	29
3.5. Analisis Data .....	30
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1. Gambaran Umum .....	38
4.2. Fakta Kondisi .....	40
4.3. Analisis Hasil Penelititan .....	41
4.4. Pembahasan Masalah .....	45
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1. Kesimpulan .....	73
5.2. Saran.....	74
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Simbol-simbol hubungan <i>FTA</i> .....	32
Tabel 3.2. Simbol-simbol kejadian dalam <i>FTA</i> .....	33
Tabel 3.3. Penentuan priotitas masalah metode <i>USG</i> .....	36
Tabel 4.1. Tabel kebenaran kebocoran kondensor.....	52
Tabel 4.2. Tabel kebenaran uap basah .....	55
Tabel 4.3. Tabel kebenaran rotor tidak <i>balance</i> .....	58
Tabel 4.4. Tabel Kebenaran dari faktor penyebab rusaknya sudu jalan pada turbin uap <i>cargo oil pump</i> .....	60
Tabel 4.5. Tabel prioritas faktor <i>USG analysis</i> .....	62



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Skema <i>cargo pumping system</i> .....	8
Gambar 2.2. Pompa dengan penggerak motor listrik.....	9
Gambar 2.3. Digram penataan sistem <i>cargo oil pump</i> .....	10
Gambar 2.4. Siklus <i>Rankine</i> .....	12
Gambar 2.5. Sudu-sudu turbin .....	17
Gambar 2.6. <i>Surface Condensor</i> .....	21
Gambar 2.7. <i>Direct Contact Condensor</i> .....	22
Gambar 2.8. Kerangka Pikir.....	24
Gambar 3.1. <i>Fault tree analysis structure</i> .....	34
Gambar 4.1. <i>Cargo oil pump turbine</i> MT. Gamalama.....	40
Gambar 4.2. Pohon kesalahan penyebab rusaknya sudu jalan pada turbin uap <i>cargo oil pump</i> .....	47
Gambar 4.3. Pohon kesalahan <i>top event A</i> .....	48
Gambar 4.4. <i>Fouling</i> pada <i>filter sea chest</i> .....	51
Gambar 4.5. Pohon kesalahan <i>top event B</i> .....	53
Gambar 4.6. Pohon kesalahan <i>top event C</i> .....	55
Gambar 4.7. <i>Fault tree</i> penyebab rusaknya sudu jalan turbin uap.....	58
Gambar 4.8. Penurunan <i>RPM</i> turbin .....	64
Gambar 4.9. Kerusakan sudu jalan akibat erosi uap basah.....	65
Gambar 4.10. <i>Blowdown water drum</i> pada <i>boiler</i> .....	66
Gambar 4.11. Mengatur <i>set point water level</i> pada <i>boiler control</i> .....	67
Gambar 4.12. Kondensor yang telah dibersihkan dan ditutup <i>tube</i> yang bocor .	68

Gambar 4.13. <i>Filter sea chest</i> yang telah dibersihkan .....	69
Gambar 4.14. Rotor dan sudu-sudu yang akan diperbaiki kontraktor didarat ....	70
Gambar 4.15. Penambalan <i>steam drum</i> dari sisi dalam .....	71
Gambar 4.16. <i>Engineer</i> melakukan perbaikan pada <i>cargo oil pump turbine</i> .....	71



## INTISARI

**Pambudi, Rizky Dwi**, 2021, NIT: 531611206152 T, “*Penyebab rusaknya sudu jalan pada turbin uap cargo oil pump di MT. Gamalama*”, Program Diploma IV, Teknika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang. Pembimbing I: Nasri, M.T., M.Mar.E, dan Pembimbing II: Budi Joko Raharjo, M.M., M.Mar.E

*Cargo oil pump turbine* merupakan pesawat pompa yang digunakan untuk memindahkan muatan pada tangki kapal menggunakan turbin uap sebagai penggerak pompa. Turbin uap merupakan suatu penggerak mula yang mengubah energi potensial uap menjadi energi kinetik dan selanjutnya diubah menjadi energi mekanis dalam bentuk poros turbin yang terhubung secara langsung atau menggunakan bantuan gigi reduksi, dengan dihubungkan dengan mekanisme yang akan digerakkan.

Penelitian ini menggunakan rumusan masalah yaitu apa faktor penyebab, apa dampak dari faktor penyebab, dan upaya untuk mengatasi dampak dari faktor penyebab, dengan metode atau pendekatan kualitatif. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam menganalisis permasalahan yaitu menggunakan teknik observasi (pengamatan), wawancara, dan studi pustaka.

Berdasarkan penelitian ada beberapa faktor yang menyebabkan rusaknya sudu jalan pada turbin uap *cargo oil pump* di MT. Gamalama yaitu kebocoran kondensor, uap basah, dan rotor tidak *balance*. Upaya yang dilakukan adalah penggantian pada sudu-sudu turbin uap, menutup *tube* kondensor yang bocor, menimbulkan kesadaran *engineer* untuk melaksanakan PMS (*Plan Maintenance System*), membersihkan *filter sea chest*, mengganti *zink anode* pada *MGPS*.

**Kata kunci:** Turbin uap, Sudu jalan, *Cargo oil pump*



## ***ABSTRACT***

**Pambudi, Rizky Dwi**, 2021, NIT: 531611206152 T, " *The cause of damage the moving blade on the cargo oil pump steam turbine at MT. Gamalama*", Program Diploma IV, Teknika, Merchant Marine Polytechnic Semarang, Supervising professor I: Nasri, M.T., M.Mar.E and, Supervising professor II: Budi Joko Raharjo, M.M., M.Mar.

Cargo oil pump turbine is a pumping machine used to move cargo on a ship's tank using a steam turbine as a pump drive. The steam turbine is an initial drive that converts the potential energy of steam into kinetic energy and is then converted into mechanical energy in the form of a turbine shaft connected directly or using a reduction gear, connected to the mechanism to be driven.

This study uses the formulation of the problem, namely what the causative factors are, what are the effects of the causative factors, and efforts to overcome the impact of the causative factors, using a qualitative method or approach. The data collection techniques used in analyzing the problem were observation, interview, and literature study.

Based on the research there are several factors that cause damage to the road blades on the cargo oil pump steam turbine at MT. Gamalama, namely condenser leakage, wet steam, and unbalanced rotor. The efforts made were replacing the steam turbine blades, closing the leaky condenser tubes, raising awareness of engineers to carry out PMS (Plan Maintenance System), cleaning sea chest filters, replacing zinc anode on MGPS.

**Keywords:** Steam turbine, Moving blades, Cargo oil pump

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Alat transportasi laut dalam menunjang aksesibilitas dan mobilitas ekonomi sangatlah penting, yang berpengaruh perkembangan ekonomi di dunia. Transportasi laut menjadi pilihan utama pengangkutan barang baik antar pulau, antar negara bahkan antar benua. Dari banyaknya jenis kapal yang dioperasikan saat ini, salah satu kapal yang memiliki peranan terpenting guna memenuhi pasokan bahan bakar atau energi adalah kapal *tanker*. Kapal *tanker* sebagai sarana transportasi laut mempunyai peranan yang sangat penting dan efisiensi karena dapat menampung muatan dengan kapasitas yang cukup besar. Oleh karena itu setiap perusahaan penyedia jasa angkutan laut khususnya kapal *tanker* berusaha untuk dapat memberikan pelayanan yang maksimal kepada pencarter. Baik dari segi efisiensi waktu maupun kelancaran operasional kapal.

Kelancaran operasional kapal sangat tergantung dari kondisi kapal tersebut. Di sisi lain perusahaan mengharapkan efisiensi pengeluaran pengoperasian kapal dengan tidak mengabaikan keadaan kapal. Maka dari itu, sebagai masinis diharapkan mampu mengoperasikan permesinan dan melakukan perawatan serta perbaikan yang terencana terhadap seluruh permesinan dan perlengkapan yang ada di kapal dengan mematuhi peraturan dan kebijakan yang diterapkan oleh pihak perusahaan demi terciptanya kelancaran operasional kapal.

PT. Pertamina shipping sebuah perusahaan yang bergerak di bidang logistik, *supply chain*, dan infrastruktur termasuk perkapalan yang

mengoperasikan angkutan laut untuk mendistribusikan berbagai produk minyak dan minyak mentah. Salah satu armada yang dimiliki adalah kapal *tanker* MT. Gamalama dimana kapal tersebut sebagai tempat penulis melakukan penelitian. Kapal tersebut oleh perusahaan digunakan untuk mengangkut muatan *crude oil* yang kemudian didistribusikan pada *refinery unit* sesuai perintah dari perusahaan.

Demi menunjang kelancaran proses bongkar muat untuk menghindari *overcost* pengoperasian kapal tersebut, oleh karena itu kapal dituntut memiliki performa yang baik. Pada bagian permesinan bantu kapal sebagai penunjang proses bongkar muat salah satunya *cargo oil pump turbine*. *Cargo oil pump turbine* merupakan pesawat bantu pompa yang digunakan untuk memindahkan suatu muatan dari sebuah tangki di kapal ke tangki lain pada kapal MT. Gamalama, yang menggunakan turbin uap sebagai penggerak pompa. *Cargo oil pump turbine* di kapal MT. Gamalama terbagi menjadi 2 bagian, yaitu sisi bagian turbin dan sisi bagian pompa dimana kedua bagian dihubungkan oleh poros panjang. Letak dari penggerak turbin uap ada di kamar mesin sedangkan letak *cargo pump* ada di *pump room*. Di kapal MT. Gamalama terdapat 3 *cargo oil pump* dan 2 *ballast pump*. Jenis *cargo oil pump* tersebut adalah sentrifugal.

Kejadian yang dialami penulis saat melaksanakan praktek laut di kapal MT. Gamalama saat sedang melakukan *cargo operation* di *single point mooring* (SPM) Balongan Jawa Tengah pada tanggal 12 Desember 2018. Terjadi masalah pada *cargo oil pump turbine* nomor 2 secara tiba-tiba *revolutions per minute* (rpm) turbin menurun, sehingga mengganggu proses

*discharge* yang mengakibatkan *rate* pompa menjadi turun dari 2000kl/hours menjadi 1300kl/hours. Akibatnya *rate agreement* dari terminal tidak terpenuhi dan waktu *finish discharge* menjadi lebih lama. Oleh karena itu masinis jaga segera melakukan pengecekan terhadap sistem penunjang turbin dan tidak ditemukan analisa yang tepat. Maka langkah masinis jaga melakukan koordinasi dengan *Chief engineer* kemudian diteruskan kepada *Chief officer* untuk menggunakan *Cargo oil pump turbine* cadangan nomor 1. *Cargo oil pump turbine* cadangan beroperasi normal sehingga memenuhi *rate agreement*. Kemudian *Chief engineer* memberi perintah kepada masinis untuk melakukan inspeksi sudu-sudu pada *cargo oil pump turbine* nomor 2, saat sisi bagian turbin di buka terdapat beberapa sudu jalan yang patah.

Berdasarkan perbedaan antara teori dan kejadian yang berhubungan dengan penurunan *rpm* atau kinerja *cargo oil pump turbine* beserta dampak-dampak yang diakibatkannya, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian (skripsi) dengan judul **“Penyebab Rusaknya Sudu Jalan Pada Turbin Uap Cargo Oil Pump Di MT. Gamalama”**.

## 1.2. Perumusan Masalah

Penyebab rusaknya sudu jalan turbin uap mungkin disebabkan oleh banyak faktor. Untuk mempermudah penulis dalam penyusunan penelitian. Maka peneliti membuat perumusan masalah dalam penelitian ini, yaitu:

- 1.2.1. Apa faktor yang menyebabkan rusaknya sudu jalan pada turbin uap *cargo oil pump* di MT. Gamalama?
- 1.2.2. Apa dampak yang ditimbulkan dari faktor penyebab rusaknya sudu jalan pada turbin uap *cargo oil pump* di MT. Gamalama?

1.2.3. Bagaimana upaya yang dilakukan untuk mengatasi penyebab rusaknya sudu jalan pada turbin uap *cargo oil pump* di MT. Gamalama?

### 1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1.3.1. Untuk menganalisis faktor apa saja yang menyebabkan rusaknya sudu jalan pada turbin uap *cargo oil pump* di MT. Gamalama.

1.3.2. Untuk menganalisis dampak yang ditimbulkan dari faktor penyebab rusaknya sudu jalan pada turbin uap *cargo oil pump* di MT. Gamalama.

1.3.3. Untuk menganalisis upaya pencegahan rusaknya sudu jalan pada turbin uap *cargo oil pump* di MT. Gamalama.

### 1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat baik bagi penulis sendiri maupun bagi orang lain, manfaat dari penulisan skripsi ini dibedakan menurut manfaat secara teoritis maupun manfaat secara praktis yang dapat dilihat sebagai berikut:

1.4.1. Manfaat secara teoritis

1.4.1.1. Sebagai tambahan pengetahuan di kampus Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Semarang mengenai penyebab rusaknya sudu jalan pada turbin uap *cargo oil pump*.

1.4.1.2. Sebagai tambahan informasi dan pengetahuan bagi para pembaca, termasuk instansi terkait dan diharapkan penelitian ini dapat memberikan masukan yang dapat



berguna untuk pembangunan sumber daya manusia dan *personal soft skill* sehingga siap menghadapi dunia kerja di bidang kemaritiman dan perawatan permesinan terutama *cargo oil pump turbine*.

#### 1.4.2. Manfaat secara praktis

1.4.2.1. Untuk menambah ilmu pengetahuan bagi taruna dan taruni jurusan teknik PIP Semarang tentang penyebab rusaknya sudu jalan pada turbin uap pada *cargo oil pump*.

1.4.2.2. Untuk menambah ilmu pengetahuan bagi masinis di kapal tentang penyebab rusaknya sudu jalan pada turbin uap pada *cargo oil pump*.

1.4.2.3. Untuk menambah ilmu pengetahuan bagi perusahaan pelayaran tentang penyebab rusaknya sudu jalan pada turbin uap pada *cargo oil pump*.

#### 1.5. Sistematika Penulisan

Untuk mencapai tujuan yang diharapkan penulis dalam pembuatan skripsi serta untuk memudahkan dalam pemahaman yang ingin disampaikan penulis, maka penulisan skripsi disusun dengan sistematika penulisan yang terdiri dari lima bab secara urut, adapun sistematika penulisan tersebut disusun sebagai berikut:

#### BAB I PENDAHULUAN

Dalam Bab ini terdiri dari latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan dari penyebab rusaknya sudu jalan pada turbin uap *cargo oil pump*.

## BAB II LANDASAN TEORI

Merupakan suatu tinjauan pustaka memuat tentang landasan teori penyebab rusaknya sudu jalan turbin uap *cargo oil pump* dan istilah asing yang menjadi dasar penelitian suatu masalah dalam membahas skripsi, dan kerangka pemikiran sebagai pemapangan penelitian kerangka berfikir secara kronologis dalam menjawab dan menyelesaikan pokok permasalahan penelitian berdasarkan pohon teori dan konsep.

## BAB III METODE PENELITIAN

Pada Bab ini terdiri dari waktu dan tempat dimana penulis melakukan penelitian menggunakan metode *Fault Tree Analysis (FTA)*, dan *Urgency, seriousness, Growth (USG)* kumpulan data yang diperlukan dalam pembuatan skripsi, dan teknik analisis data.

## BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada Bab ini terdiri dari deskripsi objek penelitian, analisa masalah, dan pembahasan masalah penyebab rusaknya sudu jalan pada turbin uap *cargo oil pump* yang pernah peneliti alami ketika melaksanakan praktek laut. Kemudian peneliti menyajikan dengan menyederhanakan data yang ada sehingga mudah dalam membahas dan mengerti oleh pembaca.

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan dan saran yang merupakan rangkuman dari hasil penelitian skripsi ini.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Landasan teori digunakan sebagai sumber teori yang dijadikan dasar penelitian. Untuk memudahkan penulisan dan pemaparan masalah yang nantinya akan dibahas, maka dalam bab ini penulis sampaikan landasan-landasan penulis dalam melakukan penelitian. Landasan teori juga penting untuk mengkaji penelitian yang sudah ada mengenai penyebab rusaknya sudu pada turbin uap *cargo oil pump*. Dikarenakan dalam *cargo oil pump turbine* terdapat peralatan-peralatan yang banyak dan sangat kompleks, maka untuk memudahkannya perlu adanya ulasan yang mendetail mengenai bagian-bagian *cargo oil pump turbine*.

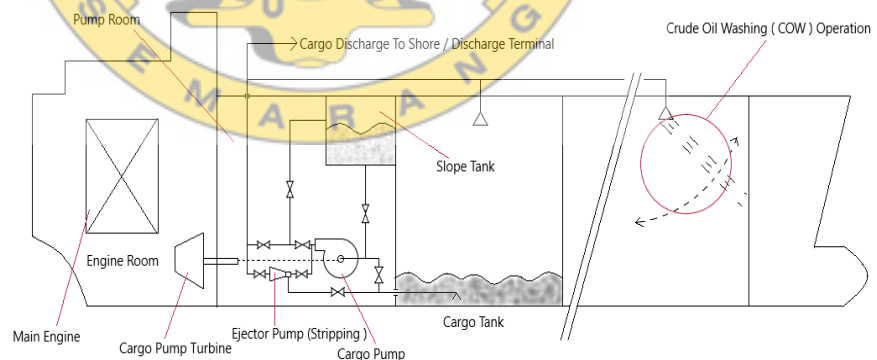
##### 2.1.1. *Cargo oil pump*

Menurut Tyler G. Hicks (2001) pompa adalah mesin atau peralatan mekanis yang digunakan untuk menaikkan cairan dari bagian rendah ke bagian tinggi atau untuk mengalirkan cairan dari daerah bertekanan rendah ke daerah yang bertekanan tinggi dan juga sebagai penguat laju aliran pada suatu sistem jaringan perpipaan.

Pada kapal *tanker*, *cargo oil pump* merupakan alat yang sangat penting dalam operasional kapal, terutama dalam proses bongkar muat antara kapal dan terminal di darat maupun antar kapal. *Cargo oil pump* biasa digunakan untuk mentransfer muatan cair yang dimuat kapal-kapal *tanker* seperti *product oil* dan *crude oil*. Letak *cargo oil pump* berada di ruang pompa, sistem ini terdiri dari *eductor pump* dan *centrifugal pump* yang berfungsi sebagai

*cargo oil pump*. Pada umumnya *cargo oil pump* digerakan menggunakan turbin uap pada kapal berukuran besar dan motor elektrik pada kapal berukuran kecil.

Karena faktor penggunaan dan desain yang beragam maka *cargo oil pump* yang digerakan menggunakan turbin uap disebut *cargo oil pump turbine*. *Cargo oil pump* terdiri dari bagian-bagian seperti *shaft*, *impeller*, *casing*, *bearing* dan *sealing*. *Cargo oil pump turbine* memiliki 2 bagian utama yaitu turbin uap dan pompa. Turbin uap terdiri dari bagian-bagian seperti *boiler*, kondensor dan turbin yang bekerja bersama dalam sistem tertutup karena menggunakan sistem yang lebih menghemat energi. Jenis pompa yang digunakan di kapal MT. Gamalama menggunakan jenis *non positive displacement pump* yaitu pompa sentrifugal.



Sumber: shipfever.com

Gambar 2.1. Skema *cargo pumping system*

## 2.1.2. Penggerak *cargo oil pump*

### 2.1.2.1. Penggerak motor listrik

Penggerak *cargo oil pump* yang menggunakan motor listrik memiliki 3 komponen utama yaitu, silinder pompa

dengan *impeller*, *pipe stack* sebagai unit perantara atau sistem perporosan yang menghubungkan antara *impeller* di silinder pompa ke motor listrik sebagai tenaga penggerakannya, serta *base* sebagai pengikat antara pompa dan bagian plat kapal.



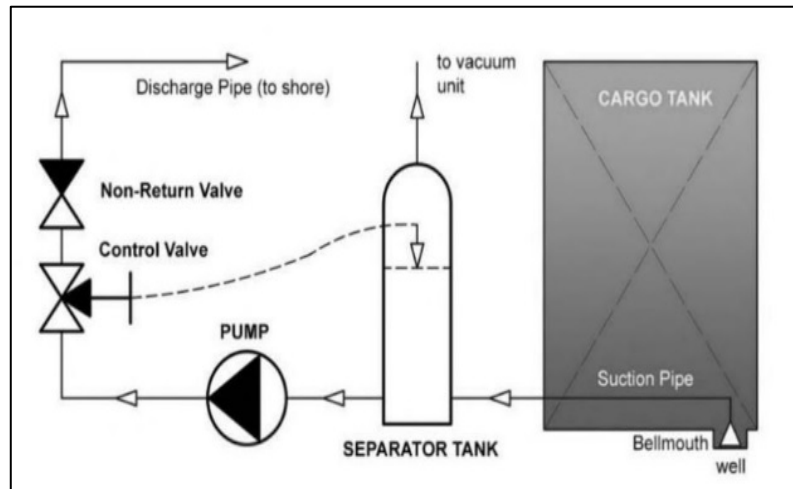
Sumber: Hyundai (2011)

Gambar 2.2. pompa dengan penggerak motor listrik

#### 2.1.2.2. Penggerak Turbin uap

Merupakan model konvensional dari sistem *cargo oil pump* yang banyak digunakan pada kapal *tanker* model lama dan masih berkembang untuk kapal-kapal *tanker* yang masih tetap menggunakan penggerak pompa turbin uap. Kapal-kapal *tanker* berukuran besar biasanya dipasang dengan 3 *cargo oil pump*. Peletakan *cargo oil pump* diletakan di ruangan terpisah yang disebut sebagai *pump room*. Setiap pompa dapat digunakan untuk membongkar muatan diseluruh tangki yang diinginkan.





Sumber: Agus Santoso (2019)

Gambar 2.3. Diagram penataan sistem *cargo oil pump*

### 2.1.3. Turbin Uap

Menurut Wiranto Aris (2004) Turbin adalah mesin penggerak, dimana energy fluida kerja dipergunakan langsung untuk memutar sudu turbin.

Jadi, berbeda dengan yang terjadi pada mesin torak, pada turbin tidak terdapat bagian mesin yang bergerak translasi. Bagian turbin yang berputar dinamakan rotor atau sudu turbin, sedangkan bagian yang tidak bergerak dinamakan stator atau rumah turbin. Sudu turbin terletak di dalam rumah turbin dan sudu turbin memutar poros daya yang menggerakkan atau memutar bebanya (baling-baling, generator listrik, pompa, kompresor atau mesin lainnya).

Menurut Wei-Ze Wang (2007: 632), sudu turbin uap adalah komponen yang penting pada pembangkit listrik yang mengubah gerak linier dari panas tinggi dan tekanan tinggi uap mengalir ke gradien tekanan menjadi gerak rotasi poros turbin.

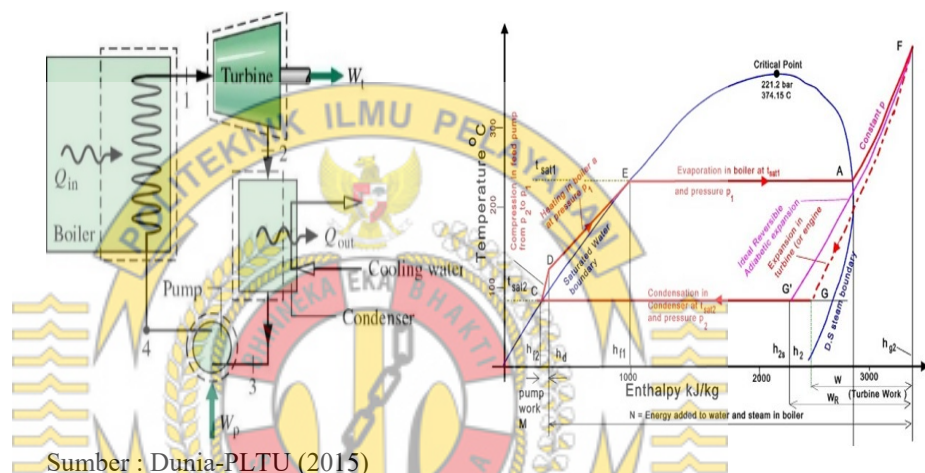
Tergantung pada mekanisme yang digerakkan, fungsi turbin uap dapat digunakan pada berbagai bidang industri misalnya, untuk pembangkit listrik, dan untuk transportasi serta permesinan di kapal.

Prinsip kerja dari turbin uap yaitu uap masuk ke dalam turbin melalui *nozzle*. Di dalam *nozzle* energi panas dari uap diubah menjadi energi kinetis. Tekanan uap pada saat keluar dari *nozzle* lebih kecil dari pada saat masuk ke dalam *nozzle*, akan tetapi sebaliknya kecepatan uap keluar *nozzle* lebih besar dari pada saat masuk ke dalam *nozzle*. Uap yang memancar keluar dari *nozzle* diarahkan ke sudu turbin yang berbentuk lengkungan dan dipasang pada sekeliling roda poros turbin. Uap yang mengalir melalui celah antara sudu turbin itu dibelokkan mengikuti arah lengkungan dari sudu turbin. Perubahan kecepatan uap ini menimbulkan gaya yang mendorong dan kemudian memutar roda dan poros turbin.

Pada kapal MT. Gamalama menggunakan *cargo oil pump turbine* jenis *single stage* dikarenakan hanya memerlukan *rpm* yang rendah di bawah 1600 sehingga bisa lebih optimal dalam penggunaannya. Keuntungan menggunakan turbin uap adalah penggunaan panas yang lebih baik, pengontrolan putaran yang lebih mudah, tidak menghasilkan loncatan bunga api listrik, dan uap bekas dapat digunakan kembali untuk proses berikutnya atau disebut dengan siklus *Rankine*.

Siklus *Rankine* adalah sebuah proses yang dimulai dari suatu tingkat kondisi yang akan kembali ke tingkat kondisi semula secara

eksternal pada aliran tertutup. Pada pembangkit tenaga uap, fluida yang mengalami proses tersebut adalah air. Air berfungsi sebagai fluida kerja, dimana dalam siklus kerjanya mengalami proses-proses pemanasan, penguapan, ekspansi, pendinginan, dan kompresi. Siklus *Rankine* sederhana terdiri dari empat komponen utama yaitu pompa, ketel uap, turbin, dan kondensor.



Sumber : Dunia-PLTU (2015)

Gambar 2.4. Siklus *Rankine*

Besarnya efisiensi siklus *Rankine* ideal berkisar sekitar 42%.

Aplikasi dari siklus *Rankine* dapat dimanfaatkan sebagai kebutuhan seperti pembangkit listrik atau penggerak pompa. Pada proses kerja siklus *Rankine* air yang menjadi fluida kerja siklus *Rankine* mengalami siklus tertutup (*close-loop cycle*) artinya secara konstan air pada akhir proses siklus kembali ke proses awal siklus. Pada siklus *Rankine*, air mengalami 4 proses sesuai gambar 2.4, yaitu:

#### 2.1.3.1. Proses C-D

Fluida kerja di pompa dari tekanan rendah ke tinggi, pada proses ini fluida kerja masih berfase cair sehingga

pompa tidak membutuhkan input tenaga yang terlalu besar. Proses ini dinamakan proses kompresi *isentropic* karena saat dipompa, secara ideal tidak ada perubahan entropi yang terjadi.

#### 2.1.3.2. Proses D-F

Air bertekanan tinggi masuk ketel uap untuk mengalami proses selanjutnya, yaitu dipanaskan secara *isobaric* (tekanan konstan). Sumber panas didapatkan dari pembakaran luar (batubara, solar, atau bahan bakar lainnya). Pada ketel uap air mengalami fase dari cair, campuran cairan uap, hingga 100% uap kering.

#### 2.1.3.3. Proses F-G

Proses ini terjadi pada turbin uap, uap kering dari ketel uap masuk ke turbin dan mengalami proses ekspansi secara *isentropic*. Energi yang tersimpan dalam uap dikonversi menjadi energi gerak pada turbin. Hal ini mengurangi suhu dan tekanan pada uap, dan mungkin sedikit kondensasi juga terjadi.

#### 2.1.3.4. Proses G-C

Uap yang keluar dari turbin uap masuk ke kondensor dan mengalami kondensasi secara *isobaric*. Uap diubah fasenya menjadi cair Kembali sehingga dapat digunakan Kembali pada proses siklus.

Dalam siklus *Rankine* ideal, pompa dan turbin adalah *isentropic*, yang berarti pompa dan turbin tidak menghasilkan entropi dan memaksimalkan *output* kerja. Dalam siklus *Rankine* yang sebenarnya, kompresi oleh pompa dan ekspansi dalam turbin tidak *isentropic*. Dengan kata lain, proses ini tidak bolak-balik dan entropi meningkat selama proses. Hal ini meningkatkan tenaga yang dibutuhkan oleh pompa dan mengurangi energi yang dihasilkan oleh turbin. Secara khusus, efisiensi turbin akan dibatasi oleh terbentuknya titik-titik air selama ekspansi ke turbin akibat kondensasi. Titik-titik air ini menyerang turbin, menyebabkan erosi dan korosi, sehingga dapat mengurangi usia turbin dan efisiensi turbin. Cara termudah dalam menangani hal ini adalah dengan memanaskannya pada temperatur yang sangat tinggi. Efisiensi termodinamika bisa didapatkan dengan meningkatkan temperatur *input* dari siklus.

*Cargo oil pump turbine* di MT. Gamalama menggunakan siklus tertutup, siklus tertutup lebih efisien karena uap bekas masih dapat digunakan lagi sehingga lebih ekonomis dari segi penggunaan air untuk *boiler*.

#### 2.1.4. Klasifikasi turbin uap

Menurut Soelaiman (2009: 2), turbin uap bermacam-macam jenis, apabila digunakan untuk penggerak daya kecil maka lebih dipilih tingkat tunggal sampai tiga tingkat. Tetapi bila untuk menggerakkan daya yang besar lebih dipilih turbin *multi stage*.



Turbin uap dapat diklasifikasikan dalam beberapa kategori yang berbeda antara lain menurut jumlah tingkat tekanan, arah aliran uap, posisi silinder, metode pengaturan prinsip aksi uap, proses penurunan kalor, tekanan uap sisi masuk, dan pemakaiannya pada dibidang industri sebagai berikut :

#### 2.1.4.1. Menurut jumlah tingkat

Klasifikasi turbin menurut jumlah tingkat yaitu

Turbin satu tingkat tekanan (*single stage turbine*) adalah turbin dengan satu atau beberapa tingkat kecepatan, turbin yang biasanya berkapasitas kecil dan turbin ini kebanyakan dipakai untuk menggerakkan kompresor setrifugal, pompa, dan mesin-mesin lainnya.

Turbin impuls dan reaksi *multi stage* yaitu turbin yang dibuat dalam jangka kapasitas yang luas mulai dari yang kecil sampai yang besar.

#### 2.1.4.2. Menurut arah aliran uap

Klasifikasi turbin uap menurut arah aliran uap yang terdiri dari turbin aksial yaitu turbin dimana uap yang mengalir dengan arah yang sejajar terhadap sumbu turbin.

Turbin radial yaitu turbin yang uap nya mengalir dalam arah yang tegak lurus terhadap sumbu turbin.

#### 2.1.4.3. Menurut prinsip kerjanya

Pada klasifikasi turbin menurut prinsip kerjanya ada beberapa klasifikasi yang terdiri dari turbin aksi (impuls)

yaitu dimana energi potensial uapnya diubah menjadi energi kinetik di dalam sudu pancar dan di dalam sudu jalan energi kinetik uap diubah menjadi energi mekanik.

Turbin reaksi aksial yaitu pengembangan uap yang dilakukan di dalam sudu tetap dan sudu jalan, keduanya diletakkan dan sama luasnya. Kemudian turbin reaksi radial tanpa beberapa sudu pengarah yang diam, dan turbin reaksi radial dengan sudu pengarah yang tetap.

#### 2.1.4.4. Menurut proses penurunan kalor

Klasifikasi turbin menurut proses penurunan kalor terdiri dari turbin kondensasi (*condensing turbine*) pada turbin ini tekanan uap kurang dari satu atmosfer dimasukan ke dalam kondensor. Disamping itu uap juga dikeluarkan dari tingkat perantara untuk pemanasan air penambah. Turbin dengan kapasitas yang kecil pada perencanaan mulanya tidak mempunyai regenerator panas.

Turbin tekanan lawan (*back pressure turbine*) yaitu turbin yang uap buangnya dipakai untuk keperluan-keperluan pemanasan dan untuk keperluan-keperluan proses dalam industri. Kemudian turbin dengan tekanan campuran (*mix pressure turbine*) yaitu dengan dua atau tiga tingkat tekanan, dengan mengganti uap yang keluar padanya dengan uap baru pada tingkat perantara.

## 2.1.5. Komponen utama sistem turbin uap

### 2.1.5.1. *Cassing*

*Cassing* adalah suatu wadah menyerupai sebuah tabung penutup semua bagian-bagian utama turbin uap.

### 2.1.5.2. Rotor

Rotor adalah bagian turbin yang berputar yang terdiri dari poros, sudu turbin atau deretan sudu yaitu *Stasionary Blade* dan *Moving Blade*. Untuk turbin bertekanan tinggi atau ukuran besar, khususnya untuk turbin jenis reaksi maka motor ini perlu *Balance* untuk mengimbangi gaya reaksi yang timbul secara aksial terhadap poros.

### 2.1.5.3. Sudu-sudu turbin

Sudu-sudu turbin uap pada umumnya terdapat dua jenis yaitu sudu jalan dan sudu tetap. Sudu jalan adalah sudu-sudu yang dipasang di sekeliling rotor membentuk suatu piringan yang mampu membantu rotor turbin berputar sedangkan sudu tetap adalah sudu-sudu yang dipasang pada diafragma yang mampu meningkatkan kecepatan uap.



Sumber: Medaarch.com, dan Spieturbomachinery.com

Gambar 2.5. Sudu-Sudu Turbin

#### 2.1.5.4. *Main oil pump*

*Main oil pump* berfungsi untuk memompakan oli dari tangki untuk disalurkan pada bagian–bagian yang berputar pada turbin.

#### 2.1.5.5. Bantalan *bearing*

Bantalan atau *bearing* adalah sebuah elemen mesin yang berfungsi untuk membatasi gerak relatif antara dua atau lebih komponen mesin agar selalu bergerak pada arah yang diinginkan. Fungsi dari bantalan ini selain dari menahan berat dari rotor dapat juga menahan gaya aksial yang diakibatkan oleh rotor turbin. Jenis *bearing* yang digunakan adalah *journal bearing* dan *thrust bearing*.

#### 2.1.5.6. *Governor valve*

*Governor valve* adalah alat yang dihubungkan dengan katup untuk mengatur dan menjaga kestabilan banyak sedikitnya uap yang masuk ke dalam turbin, agar mendapatkan *rpm* yang diinginkan dan stabil.

#### 2.1.5.7. *Steam Guard*

*Steam Guard* adalah penyekat untuk mencegah kebocoran uap.

#### 2.1.5.8. *Labyrinth packing*

*Labyrinth packing* adalah sebagai penyekat untuk menahan kebocoran, baik kebocoran uap maupun kebocoran oli yang berbentuk sirip atau berkelak-kelok pada turbin.

#### 2.1.5.9. *Stop valve*

*Stop valve* adalah katup yang berfungsi untuk menyalurkan atau menghentikan aliran uap yang menuju turbin.

#### 2.1.5.10. *Turning device*

*Turning device* adalah mekanisme yang berfungsi untuk memutar rotor dari turbin pada saat *start* awal atau setelah *shut down*, guna mencegah terjadinya distorsi atau *bending* akibat proses pemanasan atau pendinginan yang tidak seragam pada rotor.

#### 2.1.5.11. *Overspeed Protection Control*

*Overspeed Protection Control* adalah suatu alat pengaman pada turbin saat putarannya melebihi batas putaran yang telah ditentukan, sistem pengaman ini akan trip bila putaran turbin naik melebihi batas normal putaran turbin yang telah ditetapkan.

#### 2.1.5.12. *Oil Guard*

*Oil Guard* adalah penyekat untuk mencegah kebocoran minyak lumas.

### 2.1.6. Kondensor

Menurut Muh.Amin Fauzie (2017:40) kondensor merupakan alat penukar kalor yang berfungsi untuk mengubah uap menjadi cair (kondensat). Uap setelah memutar turbin langsung mengalir menuju kondensor untuk diubah menjadi air (dikondensasikan), hal ini terjadi karena uap bersentuhan langsung dengan pipa (*tubes*) yang didalamnya dialiri oleh air pendingin. Oleh karena itu kondensor merupakan salah satu komponen utama yang sangat penting, maka kemampuan kondensor dalam mengkondensasikan uap keluaran turbin harus benar-benar diperhatikan, sehingga perpindahan panas antara fluida pendingin dengan uap keluaran turbin dapat maksimal dan pengkondensasian terjadi dengan baik.



Kondensor terdiri dari pipa kecil yang melintang. Pada pipa inilah air pendingin dari laut dialirkan. Sedangkan uap mengalir dari atas menuju ke bawah agar mengalami kondensasi atau pengembunan. Sebelum masuk kedalam kondensor, air laut biasanya melewati filter yang berfungsi untuk menyaring kotoran ataupun lumpur yang terbawa air laut. Agar uap dapat bergerak turun dengan lancar dari sudu terakhir turbin, maka *vaccum condenser* harus dijaga, karena dengan ada vakum pada kondensor akan membuat tekanan udara pada kondensor menjadi rendah. Dengan tekanan yang lebih rendah di kondensor, maka uap akan bisa bergerak dengan mudah menuju kondensor. Prinsip kerja kondensor tergantung pada jenis kondensor itu sendiri.

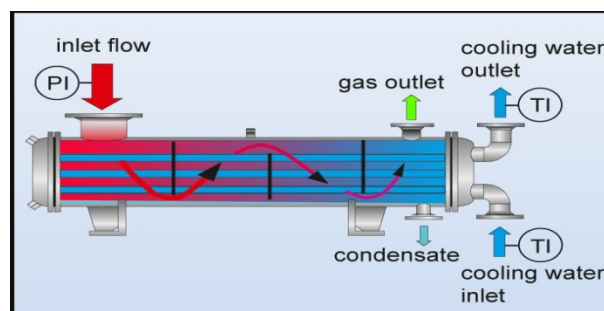
Pada dasarnya prinsip kerja kondensor yaitu jika dua ruangan dengan suhu yang berlainan, seperti turbin dan kondensor dihubungkan bersama dan didalamnya terdapat uap dalam keadaan jenuh, maka keadaan di dalam ruangan ini akan saling menyesuaikan dengan tekanan, sesuai dengan suhu terendah. Di dalam kondensor berlaku hukum Dalton (karena di dalam kondensor ada uap dan udara). Tekanan dari campuran gas dan uap adalah dengan cara jumlah masing-masing tekanan jika menempati ruangan tersebut secara sendirian. Tekanan dari uap jenuh untuk menempati ruangan tersebut tergantung pada suhu di dalam ruangan itu dan tidak ada pengaruhnya, apakah di dalam ruangan itu ada gas-gas lain. Tujuan kondensasi yaitu pengurangan *enthalpy* sewaktu uap memuai



diantara tekanan rendah jauh lebih besar daripada sewaktu uap memuai diantara tekanan-tekanan tinggi. Dengan jalan pelaksanaan kondensasi, maka pemakaian uap di dalam turbin dapat dilanjutkan sampai kering, lebih 0,05 kg/cm<sup>2</sup>. Keuntungan kondensasi yaitu : proses kondensasi uap membuat partikel air murni, air kondensasi tersebut dapat dipergunakan untuk air *boiler*. Klasifikasi atau jenis-jenis kondensor secara umum terdapat 2 jenis kondensor yaitu kondensor permukaan (*surface condenser*), dan kondensor kontak langsung (*direct contact condenser*).

#### 2.1.6.1. *Surface Condenser*

*Surface condenser* merupakan jenis kondensor yang paling banyak digunakan pada sistem sirkulasi air di industri dan di kapal. Prinsip kerja *surface condenser* uap masuk ke dalam *shell condenser* melalui *steam inlet connection* pada bagian atas kondensor. Uap kemudian bersinggungan dengan pipa kondensor yang bersuhu rendah sehingga suhu uap turun dan terkondensasi, menghasilkan air kondensat yang terkumpul pada *hotwell*.

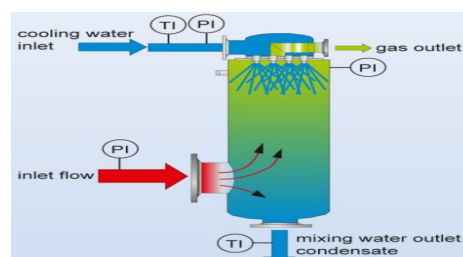


Sumber: Pintarelektro.com

Gambar 2.6 *Surface Condensor*

Suhu rendah pada pipa dijaga dengan cara mensirkulasikan air yang menyerap kalor dari uap pada proses kondensasi. Kalor yang dimaksud di sini disebut kalor laten penguapan dan terkadang disebut juga kalor kondensasi (*heat of condensation*) dalam lingkup bahasan kondensor. Dan pendinginan yang digunakan adalah pendinginan langsung yang menggunakan air laut. Air kondensat yang terkumpul kemudian dipompa dengan pompa kondensat untuk mengisi ketel. Ketika meninggalkan kondensor hampir keseluruhan uap telah terkondensasi kecuali bagian yang jenuh dari udara yang ada di dalam sistem. Udara yang ada di dalam sistem secara umum timbul akibat adanya kebocoran pada pipa-pipa dan *Labyrinth packing*. Untuk menghilangkan udara yang terlarut dalam kondensat akibat adanya udara di kondensor dilakukan dengan *de-aeration*. *De-aeration* dilakukan dengan cara memanaskan air kondensat dengan uap agar udara yang terlarut tersebut menguap.

#### 2.1.6.2. *Direct Contact Condenser*



Sumber: Pintarelektro.com

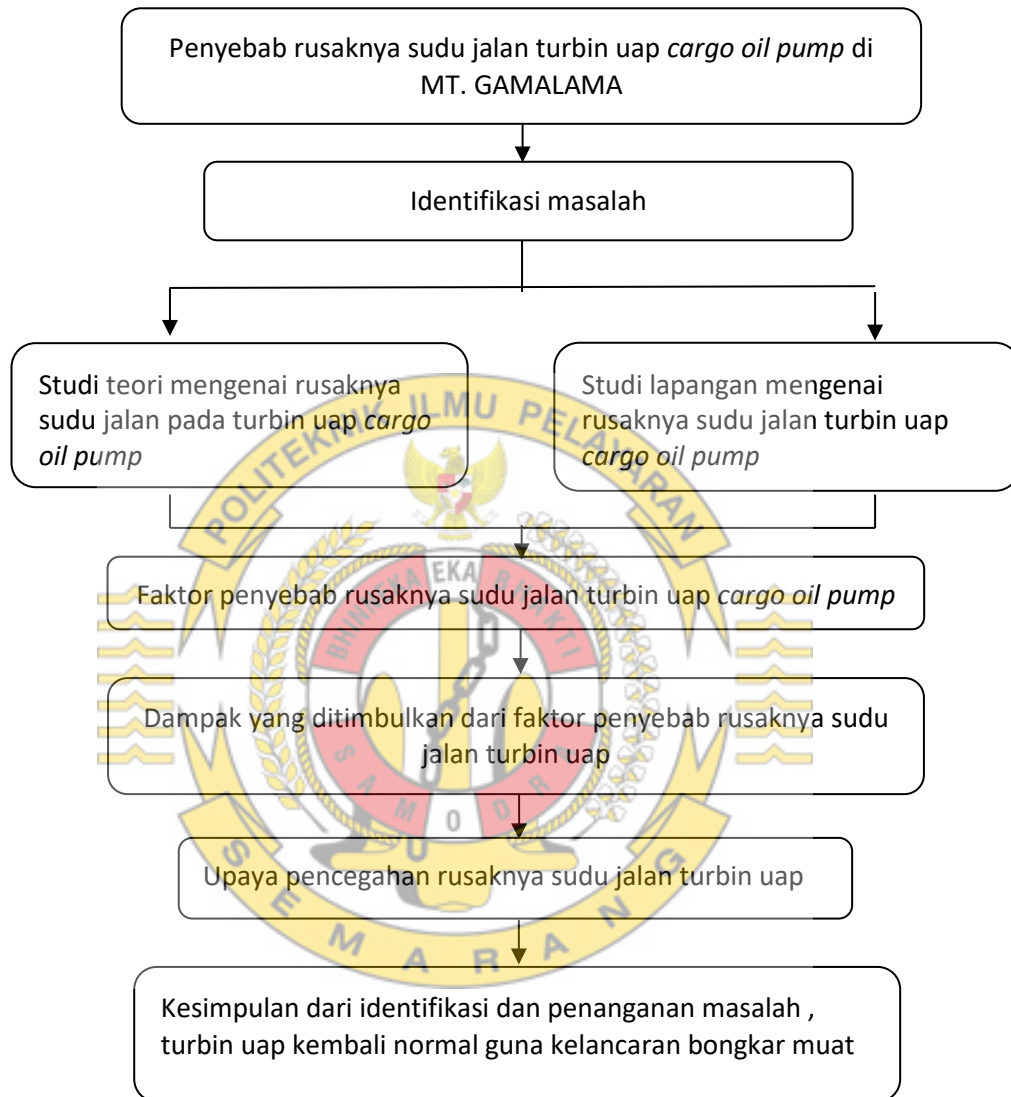
Gambar 2.7. *Direct Contact Condensor*

Prinsip dari *Direct contact condenser* yaitu sistem kondensasi uap dengan mempertemukan secara langsung uap dengan air pendingin. Sistem pendinginan pada kondensor dilakukan secara langsung menggunakan media pendingin (air laut) sehingga diperoleh konstruksi yang sederhana dan ekonomis, dan hal tersebut yang menjadi kelebihan dari jenis *direct contact condenser*. Pada *spray condenser*, pencampuran uap dengan air pendingin dilakukan dengan jalan menyemprotkan air ke uap. Sehingga uap yang keluar dari *exhaust turbine* pada bagian bawah bercampur dengan air pendingin, pada bagian tengah menghasilkan air kondensat yang mendekati fase saturasi. Sebagian dari air kondensat dikembalikan ke ketel uap sebagai *feedwater*.

## 2.2. Kerangka Pikir Penelitian

Berdasarkan pengamatan dan data-data yang diperoleh dari masalah yang terjadi ini akan menyebabkan suatu masalah pada *cargo oil pump turbine* di kapal penulis. Begitu juga penulis akan menjelaskan dan memaparkan bagaimana cara penanggulangan masalah dan cara penyelesaiannya dengan cara mengikuti sumber dan data-data yang dapat menyelesaikan masalah tersebut. Sebab itu penulis membuat kerangka berfikir agar bisa mendefinisikan secara mudah mengenai cara penanggulangan dan penyelesaiannya masalah yang terjadi . Untuk mempermudah masalah dan juga mempermudah dalam penyusunan

penelitian ini, digunakan penelitian secara sistematis seperti gambar kerangka pikir penelitian berikut ini:



Sumber : Dokumen pribadi (2018)

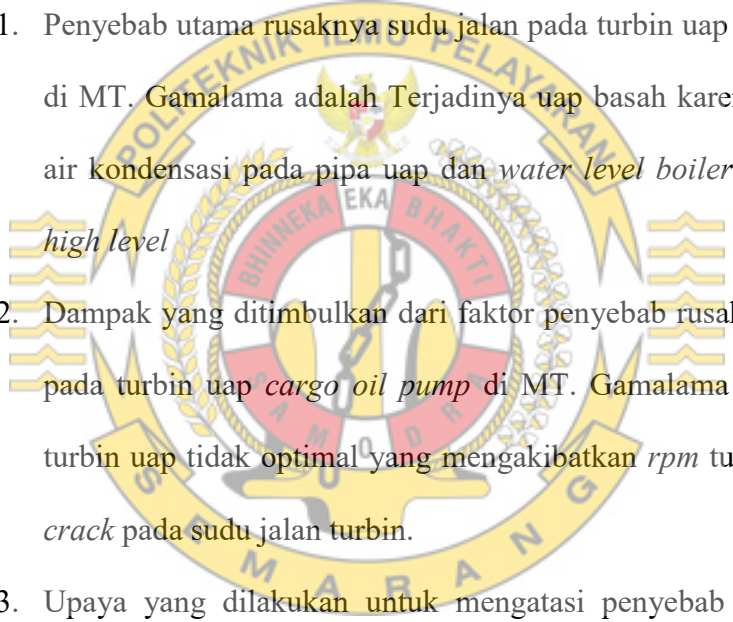
Gambar 2.8. Kerangka pikir

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dari hasil uraian permasalahan yang telah dihadapi mengenai penyebab rusaknya sudu jalan pada turbin uap *cargo oil pump*, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 
- 5.1.1. Penyebab utama rusaknya sudu jalan pada turbin uap *cargo oil pump* di MT. Gamalama adalah Terjadinya uap basah karena terdapat sisa air kondensasi pada pipa uap dan *water level boiler* melebihi batas *high level*.
- 5.1.2. Dampak yang ditimbulkan dari faktor penyebab rusaknya sudu jalan pada turbin uap *cargo oil pump* di MT. Gamalama adalah Kinerja turbin uap tidak optimal yang mengakibatkan *rpm* turun, dan terjadi *crack* pada sudu jalan turbin.
- 5.1.3. Upaya yang dilakukan untuk mengatasi penyebab rusaknya sudu jalan pada turbin uap *cargo oil pump* di MT. Gamalama adalah melakukan *blowdown water drum boiler*, Mengatur *set point water level boiler* pada posisi normal, pada *MGPS*, melakukan penutupan *tube* kondensor yang bocor, melakukan cerat uap, melakukan pembersihan *filter sea chest*, melakukan *boiler water analysis* secara rutin pada air *boiler*, penggantian sudu-sudu turbin, menambal *steam drum*, dan pipa-pipa yang bocor dengan di las, melakukan perawatan sesuai *PMS*, perbaikan dan penggantian *spare part*.

## 5.2. Saran

Berdasarkan penelitian dan pembahasan penyebab rusaknya sudu jalan pada turbin uap *cargo oil pump* di MT. Gamalama, penulis akan memberikan saran sebagai masukan yang bermanfaat kepada perusahaan dan *crew* terutama *engineer* di kapal.

Adapun saran yang penulis akan berikan adalah:

- 5.2.1. Para *engineer* dalam melakukan perawatan dan perbaikan dengan memperhatikan prosedur yang sesuai pada *manual instruction book*, Melakukan *PMS* dan prosedur perawatan dan perbaikan dengan benar.
- 5.2.2. Meningkatkan kepedulian para *engineer* dalam hal pengoperasian *cargo oil pump turbine*. Para *engineer* diharapkan peduli terhadap pesawat tersebut agar tidak terjadi kerusakan sudu jalan *cargo oil pump turbine* saat sedang berlangsungnya *cargo operation*.
- 5.2.3. Mengadakan familiarisasi kepada seluruh *crew* mesin dalam penerapan dan perubahan cara tentang *standart operational procedure* ketika mengeoperasikan *cargo oil pump turbine* agar tidak terjadi kesalahan pengoperasian dan ketidakpahaman terhadap prosedur tersebut.



## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Saebani Beni. 2008. *Metode Penelitian*. Bandung : Pustaka Setia
- Arismunandar, W, 2004, *Penggerak Mula Turbin*, ITB, Bandung
- Fauzie.M.Amin, 2017, Perancangan Kondensor Tipe U Tube Yang Memanfaatkan Uap Sisa (Heat Recovery) Pada Sistem Pemanas Pindang, Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang, vol.5 No1, Halaman 1-49
- Helaluddin, and Hengki Wijaya, 2019, *Analisis Data Kualitatif*. Jakarta: Sekolah Tinggi Theologia Jaffray
- Kristiansen, Svein. 2004. *Maritime Transportation Safety Management Risk Analysis*. London: Routledge
- Manual Instruction Book For Cargo Oil Pump Turbine Shinko Type Rx2-2, of MT.Gamalama
- Marvin Rausand, arnjlot Hoyland. 2004. “*System Reliability Theory: Model, Statistical Method, and Application, Second Edition*”. New Jersey: John-Wiley & Sons, Inc.
- Moleong, Lexy J. 2018. *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: PT Rosdakarya.
- Nazir.Mohammad,Ph.D.(2011). *Metode Penelitian*. Jakarta : Ghalia Indonesia
- Rachman, Ira. 2017, *Jurnal Manajemen Transportasi dan Logistik*, Sekolah Tinggi Manajemen Transportasi Trisakti, Vol. 04 No. 03, Halaman 313-324
- Raco, J. R. 2010. *Metode Penelitian Kualitatif*. Jakarta: Grasindo, 2010
- Soelaiman, 2009, *Analisa Prestasi Kerja Turbin Uap Pada Beban Yang Bervariasi*, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jakarta
- Sugiyono, 2013, *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D)*, CV. Alfabeta, Bandung.
- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Afabeta.
- Tyler G. Hicks, Bme. 2001. *Pump Operation And Maintenance*. New Delhi: McGraw Hill Education
- Wang.Wei-Ze, 2007, *Failure Analysis of The Final Stage Blade in Steam Turbine*, Science Direct, Vol 14, Halaman 632-641

# LAMPIRAN 1

**Nama Kapal** : CAMALAMA  
**Call Sign** : P O F X  
**IMO No.** : 9524920  
**Bendera** : INDONESIA  
**LOA** : 244.5 M  
**GRT / DWT** : 88005 T / 88322 T  
**Datang dari** : CILACAP

**CREW LIST**  
**MLR** : PT Pertamina (Persero)  
**Korpsi No.** : 010/L/P303C3/VIII/19  
**Tanggal** : 10 AGUSTUS 2019  
**Pelabuhan** : BUKIT TIRIAN

No	Nama	Jabatan	Cert.	Thn	Jenis	Nomor	Nomor	Exp. Date	No. PK / Mutasi	Sign On
1	Asap Suryani	Master	ANT I	2014	620054253AN1014	D 031408		19.12.2021	No. PK. 308/0451/SVB-TPK-2019	01.06.2019
2	Mechanical Chandanie	Chief Officer	ANT II	2016	620042678AN0416	B 073344		29.05.2020	No. PK. 308/0613/SVB-TPK-2019	07.05.2019
3	Defenstus Andre Supro Wibowo	2nd Officer	ANT II	2016	6200390296N2016	E 147266		20.01.2020	No. PK. 308/0490/SVB-TPK-2019	26.07.2019
4	Eyehet Dina Loppin	3rd Officer	ANT II	2016	6201292351N2016	F 061385		04.09.2020	No. PK. 308/0443/SVB-TPK-2019	26.07.2019
5	M Eko Hartono	4th Officer	ANT IIR	2016	6200919104N3016	C 034733		03.01.2021	No. PK. 308/0609/SVB-TPK-2019	28.04.2019
6	Snackban	Chief Engineer	ATT I	2015	62000362711015	F 135175		09.05.2021	No. PK. 308/0453/SVB-TPK-2019	20.02.2019
7	Awaludin Tarik Gafro	2nd Engineer	ATT II	2016	62004167017016	F 167569		13.08.2021	No. PK. 308/0459/SVB-TPK-2019	23.03.2019
8	Arwaz Manung	3rd Engineer	ATT II	2016	62001964014016	C 055903		29.04.2021	No. PK. 308/0800/SVB-TPK-2019	08.07.2019
9	Nortanus Barnu Shuru	4th Engineer	ATT II	2016	620039851770216	D 011963		27.05.2020	No. PK. 308/0673/SVB-TPK-2019	26.07.2019
10	Abdul Salam	Electrician	ETC	2018	62006483610318	D 011125		06.10.2021	No. PK. 308/0320/SVB-TPK-2019	18.05.2019
11	R Agus Supriyati	Boatman	BA50	2016	620020263400716	D 300948		08.09.2021	No. PK. 308/0308/SVB-TPK-2019	28.04.2019
12	Untung Sudiono	Funpman	BA50	2016	620014477540016	C 075904		17.07.2021	No. PK. 308/0494/SVB-TPK-2019	28.04.2019
13	Ismanto	Abie Seaman	BA1 V	2016	620036851650216	F 116679		12.03.2022	No. PK. 308/0470/SVB-TPK-2019	26.07.2019
14	Admad Mustari	Abie Seaman	BA50	2017	620039851430017	C 300540		02.09.2020	No. PK. 308/0470/SVB-TPK-2019	26.07.2019
15	Hazul Yadin	Abie Seaman	BA50	2016	620015945040016	F 227738		05.03.2022	No. PK. 308/0491/SVB-TPK-2019	28.04.2019
16	Sigit Hartono	Ordinary Seaman	BA50	2017	620011714330015	C 144500		19.02.2021	No. PK. 308/0516/SVB-TPK-2019	28.04.2019
17	Marnand Rizal	Ordinary Seaman	BA50	2018	621108596400218	D 054508		04.03.2020	No. PK. 308/0522/SVB-TPK-2019	26.07.2019
18	Latasyah	Ordinary Seaman	BA50	2015	620027231140016	E 001504		03.09.2020	No. PK. 308/0554/SVB-TPK-2019	23.03.2019
19	Suryanto	Foreman	BA50	2016	620030565420016	C 046420		21.02.2021	No. PK. 308/0554/SVB-TPK-2019	23.03.2019
20	Derry Christiano Runding	Chief	BA50	2016	620083233420016	B 071294		10.05.2020	No. PK. 308/0574/SVB-TPK-2019	08.07.2019
21	Maryadi	Chief	BA50	2016	620064954420016	F 148894		14.05.2022	No. PK. 308/0550/SVB-TPK-2019	26.07.2019
22	Syaiful	Deck	BA50	2016	6200351171420216	D 054750		06.09.2020	No. PK. 308/0550/SVB-TPK-2019	26.07.2019
23	M Sahul Rizal	Deck	BA50	2015	6200101338601014	F 001271		18.08.2020	No. PK. 308/0544/SVB-TPK-2019	26.07.2019
24	Asap Sulman	Cook	BA50	2015	6200103514601014	E 148321		07.02.2020	No. PK. 308/0544/SVB-TPK-2019	26.07.2019
25	Muhammad Anni M	Deck Cadet	BA50	2017	620032049901017	F 136565		12.07.2021	No. PK. 308/0504/SVB-TPK-2019	05.09.2018
26	Heslinda	Deck Cadet	BA50	2017	621146500040117	F 136565		19.07.2021	No. PK. 308/0504/SVB-TPK-2019	05.09.2018
27	Wahid Nur Hidayat	Deck Cadet	BA50	2018	621184659010318	F 158877		10.01.2022	No. PK. 308/0504/SVB-TPK-2019	18.05.2019
28	Riky Dwi Pambudi	Engine Cadet	BA50	2017	6211754594010317	F 120464		03.05.2021	No. PK. 308/0504/SVB-TPK-2019	05.09.2018

**Catatan:**  
Jumlah crew kapal 28 Orang, termasuk Nakhoda.

Mengetahui,

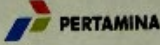
**Nakhoda RIANINA**

**CDK ASB SURABAYA**

**Np. 747128 SEROI**



## LAMPIRAN 2

<b>SHIP'S PARTICULARS</b>		
SHIP NAME	: GAMALAMA	
SHIP'S OWNER NAME AND ADDRESS	: PT. PERTAMINA (PERSERO), JL. MFRDEKA TIMUR NO. 1A, JAKARTA 10110, INDONESIA. PHONE : (+62) 21 4393 5380.	
SHIP'S OPERATOR NAME AND ADDRESS	: PT. PERTAMINA ( PERSERO ), SHIPPING MARKETING & TRADING DIRECTORATE. JL. YOS DUDARSO NO. 32 - 34 JAKARTA UTARA 14320, JAKARTA - INDONESIA. PHONE : (+62) 21 430 1086	
SHIP'S TYPE	: OIL TANKER	
IMO NUMBER	: 9524920	
FLAG ( NATIONALITY )	: INDONESIA	
PORT OF REGISTRY	: JAKARTA	
CALL SIGN	: P O F X	
CLASS REGISTER NO. ABS/BKI	: 11204737 / 14891	
CLASSIFICATION SOCIETY	: ABS & BKI	
CLASS NOTATION ABS	: *A1 Oil Carrier, E, *AMS, *ACCU, VEC, TCM, AB-CM, CSR, ENVIRO, GP, SPMA.	
CLASS NOTATION BKI	: *A1000 OIL/PRODUCT TANKER, CSR, SPM, CPS, IW, ISP	
REGISTER NUMBER	: 14891	
MMSI NUMBER / IMARSAT NUMBER	: 525 008 070 / 452 502 190	
SAT. DML PHONE NUMBER (SLD)	: + 870773230550	
SHIP PHONE NUMBER	: + 62 82221939000	
TELEX NUMBER	: 452 502 190	
E-MAIL ADDRESS	: pofx@amosconnect.com	
RADIO ACCOUNTING AUTHORITY	: LA08	
GROSS TONNAGE	: 63,005.00 TONNES	
NETT TONNAGE	: 24,134.00 TONNES	
DEADWEIGHT	: 88,322.00 TONNES	
VOLUME OF COT 100 % FULL	: 123,316.68 M3	
VOLUME OF WBT 100 % FULL	: 41,713.920 M3	
VOLUME OF SLOP TANKS 100 % FULL	: 4,773.980 M3	
L.O.A	: 244.50 METERS	
L.B.P	: 233.00 METERS	
MOULDED BREADTH	: 44.00 METERS	
MOULDED DEPTH	: 21.50 METERS	
KEEL TO MASTHEAD	: 48.42 METERS	
SUMMER DRAFT/DISPL./DWT/FREEBOARD	: 12.70 M/ 109,422.00 TS / 88,322.00 TS / 8.617 M.	
TROPICAL DRAFT/DISPL./DWT/FREEBOARD	: 12.965 M/ 111,967.71 TS / 90,867.71 TS / 8.352 M.	
LIGHT DRAFT/DISPL./DWT/FREEBOARD	: 03.042 M/ 21,110.00 TS / 000.00 TS / 18.275 M.	
MAX. MANIFOLD HEIGHT FROM WL (S. DRAFT)	: 10.717 M	
MANIFOLD ; DIMENSIONS / TO BOW	: ND 530 MM / 121.26 M	
BUILDERS NAME	: JIANGSU EASTERN HEAVY INDUSTRIES CO Ltd CHINA	
HULL NO.	: JEH108C-001	
DATE OF KEEL LAYING	: 30 AUGUST 2010	
DATE OF LAUNCHING	: 21 JUNE 2011	
DATE OF DELIVERY	: 18 OCTOBER 2011	
NAVIGATION AREA	: UNRESTRICTED OCEAN GOING	
MAIN ENGINE : - TYPE	: QMD Wartsila 7RT-flex58T-B	
- MCR / CSR	: 15260 Kw at 105 RPM	
PROPELLER : - TYPE	: NIAI RIGHT HANDED, 4 BLADES PITCH	
- DIAMETER	: 7.150 M	
SERVICE SPEED	: 12, 50 KNTS	
COMPLEMENTS	: 15 (Officers) + 17 (Subordinate) + 6 (Zues crew).	
MASTER	: Capt. Asep Supriani	

### LAMPIRAN 3

MESSRS. JIANGSU EASTERN HEAVY INDUSTRY CO., LTD.  
HULL NO. JEH107C-001/002/JEH108C-001  
SERVICE CARGO OIL PUMP TURBINE  
REQ.NO.PER SHIP 3 sets  
CLASSIFICATION ABS

#### 1. PARTICULARS OF TURBINE MODEL RX2-2

OUTPUT (RATED)	1480	kW
INLET STEAM PRESS.	14.5	kg/cm2G
INLET STEAM TEMP.	SAT	°C
EXHAUST STEAM	450	mmHgV
TURBINE SHAFT SPEED	6936	min-1
OUTPUT SHAFT SPEED (RATED)	1410	min-1
ON ABOVE SPEED, ±3% TOLERATION SHOULD BE CONSIDERED.		
COOLING SEA WATER REQUIRED	15	m <sup>3</sup> /h X 1 kg/cm2G
TEMPERATURE	32	°C
MAIN LO PUMP	8.0	m <sup>3</sup> /h
PRIM. LO PUMP	7.2	m <sup>3</sup> /h
RECOMMENDABLE LO : TURBINE OIL ISO VG68		
LO TANK VOLUME	280	L
GOVERNOR : WOODWARD UG10DM		
COEF. OF FLUCTUATION (MOMENTARY)	± 9	%
COEF. OF FLUCTUATION (STEADY)	± 1	%
RANGE OF SPEED CHANGE	RATED X 105-50%	
ON ABOVE RANGE, ±3% TOLERATION SHOULD BE CONSIDERED.		
REMOTE CONTROL DEVICE	ELECTRIC	
START SYSTEM : MANUAL START		
HYDROSTATIC TEST PRESS.		
STEAM INLET SIDE	36.0	kg/cm2G
STEAM EXHAUST SIDE	2.0	kg/cm2G

#### 2. SAFETY DEVICE

OVERSPEED TRIP (ELECTRIC)	1	RATED X 113% SPEED
OVERSPEED TRIP (MECHANICAL)	1	RATED X 115% SPEED
LOW LO PRESS. ALARM	1	0.6kg/cm2G
LOW LO PRESS. TRIP	1	0.5kg/cm2G
HIGH BACK PRESS. TRIP	1	0.9kg/cm2G
SENTINEL VALVE	1	0.7kg/cm2G
HAND TRIP DEVICE	1	
REMOTE TRIP DEVICE	1	ELECTRIC (COC)
EMG.TRIP DEVICE(MANIFOLD)	2/SHIP	(MANIFOLD)
EMG.TRIP DEVICE(P.ROOM ENTRANCE)	2/SHIP	(P.ROOM ENTRANCE)
EMG.TRIP DEVICE(PUMP R/M)	1	(PUMP R/M)
PUMP DISCH. OVER PRESS. TRIP	1	16kg/cm2G(set 14.24mA)
PUMP CASING O.H. ALARM & TRIP	1	75/80°C
PUMP BEARING O.H. ALARM & TRIP	2	85/90°C
BH S.B. BEARING O.H. ALARM & TRIP	1	85/90°C
ROTOR AXIAL MOVEMENT ALARM & TRIP	1	0.5/0.7MM
HIGH LO TEMP ALARM	1	53°C
LOW INERT GAS PRESS. TRIP	1	EXTERNAL SIGNAL TRIP : OFF
A.U.S. FINISH	1	EXTERNAL SIGNAL FINISH : OFF
LO TANK LOW LEVEL ALARM	1	Nor -60mm(low level)
PLANT ABNORMAL TRIP	1	EXTERNAL SIGNAL TRIP : OFF



## 3. ACCESSORIES

## 3.1 TURBINE &amp; BED

L.O. COOLER	1	MODIFID EPOXY COATING+ZN
JUNCTION BOX	1	
PRIM.LO PUMP	1	1kwx60Hzx3 $\phi$ x440Vx2P
		NORMAL : 2.0A, START : 9.1A
		INSULATION : F CLASS
		COLOR OF BUSBAR IEC
SOL. VALVE FOR ELECT. TRIP	1	AC 220V
THERMOMETER FOR BEARING	4	°C
THERMOMETER FOR LO COOLER(LO SIDE)	2	°C
THERMOMETER FOR LO COOLER(CW SIDE)	2	°C(L=73)
THERMO SWITCH FOR HIGH LO TEMP. ALARM	1	
LIMIT SWITCH FOR TRIP INDICATION	2	
GOVERNOR MOTOR	1	DC 24V
ROTOR AXIAL MOVEMENT	1	
LO STRAINER	1	AUTO-CLEAN BY HANDLE
FLOAT SWITCH FOR LO LOW LEVEL ALM.	1	
GREASE NIPPLE	3	PIN TYPE

## 3.2 GROUP BOARD (ON HULL)

P.S. : PRESSURE SWITCH

P.S. FOR PRIM. LO PUMP	1	
P.S. FOR LOW LO PRESS. ALARM	1	
P.S. FOR LOW LO PRESS. TRIP	1	
P.S. FOR HIGH BACK PRESS. TRIP	1	
RELAY BOX FOR TRIP DEVICE	1 SET	(PP TEMP. INDICATOR)

## 3.3 GAUGE BOARD

GAUGE BOARD(ON HULL)	1 SET	4 GAUGES
PRESSURE GAUGE(LIQUID FILLED TYPE)		TYPE JIS.BVT3/8X75 $\phi$
		UNIT kg/cm <sup>2</sup> G + MPaG
		CONNECTION GAUGE JOINT

## 3.4 CARGO CONTROL ROOM

SPEED CONT. SWITCH (REMOTE CONTROL)	1	ELECTRIC
TACHOMETER FOR CARGO CONTROL ROOM	1	(110 DIA)
TEMP. INDICATOR FOR PUMP TEMP	1 SET	

## LAMPIRAN 4

### LEMBAR KUISIONER

Kuisisioner tentang penentuan prioritas faktor penyebab terjadinya masalah kerusakan sudu-sudu *cargo oil pump turbine*.

NAMA : FUJUN JUNAEDI  
JABATAN : 2<sup>ND</sup> ENGINEER  
TEMPAT KERJA : MT. GAMALAMA

NO	MASALAH	NILAI		
		URGENCY	SERIOUSNESS	GROWTH
1	Kebocoran pada kondensor	✓	✓	✓
2	Uap basah	✓	✓	✓
3	Rotor tidak <i>balance</i>	✓	✓	



### WAWANCARA 1

- Penulis** : “Bas mohon ijin bertanya mengenai apa yang menjadi penyebab rusaknya sudu jalan turbin?”.
- 2<sup>nd</sup> Engineer** : “Penyebab patahnya sudu-sudu turbin itu karena sudah korosi sehingga sudu-sudu menjadi rawan patah det”.
- Penulis** : “Kemudian dampak yang ditimbulkan dari sudu-sudu turbin yang patah apa bas ?”.
- 2<sup>nd</sup> Engineer** : “Dampak yang ditimbulkan dari kerusakan sudu-sudu turbin, ya putaran turbin jadi gak maksimal”.
- Penulis** : “Oh gitu, terus bagaimana cara mengatasinya bas ?”.
- 2<sup>nd</sup> Engineer** : “Caranya pertama pasti melakukan penggantian sudu-sudu terlebih dahulu, kemudian cari penyebab korosi tersebut, kemarin kan kita udah buka kondensor dan terjadi kebocoran di tube nya, lalu lakukan penutupan tube yang bocor itu biar air laut nya gak masuk ke tube yg bocor, kemudian cek scachest sama zink anode MGPS nya ternyata udah habis dan harus dilakukan penggantian”.
- Penulis** : “Oh gitu ya bas, terimakasih bas atas penjelasannya”.
- 2<sup>nd</sup> Engineer** : “Iya det sama sama, rajin rajin belajar ya det”.
- Penulis** : “Siap bas”.

PT. 2<sup>nd</sup> Engineer  
DIREKTORAT  
LOGISTIK SUPPLY CHAIN  
ADMINISTRASI  
MIT DAMBLAMA  
Jujun Junaedi

## LAMPIRAN 5

### LEMBAR KUISIONER

Kuisisioner tentang penentuan prioritas faktor penyebab terjadinya masalah kerusakan sudu-sudu *cargo oil pump turbine*.

NAMA : ABDUL ROJAK

JABATAN : 3<sup>RD</sup> ENGINEER

TEMPAT KERJA : MT. GAMALAMA

NO	MASALAH	NILAI		
		URGENCY	SERIOUSNESS	GROWTH
1	Kebocoran pada kondensor	✓		✓
2	Uap basah	✓	✓	✓
3	Rotor tidak <i>balance</i>	✓		✓

## WAWANCARA 2

**Penulis** : "Ijin bertanya bas, yang menyebabkan sudu-sudu patah itu karena apa bas ?".

**3<sup>rd</sup> Engineer** : "Penyebab patah nya sudu jalan itu pertama karena korosi, yang disebabkan kondensor bocor kemarin, kemudian sering terjadi uap basah masuk ke turbin".

**Penulis** : "Terus apa dampak yang ditimbulkan dari kebocoran kondensor bas ?".

**3<sup>rd</sup> Engineer** : "Dampak dari kebocoran kondensor, air kondensat yang masuk ke boiler terkontaminasi air laut, kemudian permesinan dan perpipaan yang dilewati uap juga menjadi korosi dan menimbulkan kebocoran".

**Penulis** : "Oh gitu bas, upaya yang dilakukan untuk mengatasi hal tersebut bagaimana bas?"

**3<sup>rd</sup> Engineer** : "Kondensor yang bocor itu di plug tubenya, kemudian sering-sering melakukan pengecekan pada air boiler".

**Penulis** : "Oh, sebnetar bas saya catat dulu".

**3<sup>rd</sup> Engineer** : "Oke det".

**Penulis** : "Terimakasih banyak bas penjelasannya".

**3<sup>rd</sup> Engineer** : "Iya det, sama-sama".

3<sup>rd</sup> Engineer

DIREKTORAT  
SISTEM SUPPLY CHAIN  
KAPAL MASUK  
MT. SAWALAGA

Abdul Rojak



## LAMPIRAN 6

### LEMBAR KUISIONER

Kuisisioner tentang penentuan prioritas faktor penyebab terjadinya masalah kerusakan sudu-sudu *cargo oil pump turbine*.

NAMA : EBEN EZER PANGARIBUAN

JABATAN : 34<sup>th</sup> ENGINEER

TEMPAT KERJA : MT. GAMALAMA

NO	MASALAH	NILAI		
		URGENCY	SERIOUSNESS	GROWTH
1	Kebocoran pada kondensor	✓	✓	✓
2	Uap basah	✓	✓	✓
3	Rotor tidak <i>balance</i>	✓	✓	✓

### WAWANCARA 3

**Penulis** : "Selamat pagi bas"

**4<sup>th</sup> Engineer** : "Pagi det"

**Penulis** : "Mohon ijin bertanya bas, soal kemarin terjadi kerusakan sudu jalan turbin uap"

**4<sup>th</sup> Engineer** : "Oh iya, kenapa?"

**Penulis** : "Kerusakan sudu jalan di sebabkan karena apa bas?"

**4<sup>th</sup> Engineer** : "Sudu jalan patah itu karena kebocoran kondensor, uap basah masuk ke turbin"

**Penulis** : "Dampak dari kebocoran kondensor dan uap basah apa bas?"

**4<sup>th</sup> Engineer** : "Dampaknya ya air kondensat nya tercampur sama air laut, terus masuk ke boiler, kenyataannya kemarin steam drum bocor, sudu-sudu turbin patah"

**Penulis** : "Upaya yang dilakukan mengatasi dampak tersebut apa bas?"

**4<sup>th</sup> Engineer** : "Upaya nya menambal steam drum tersebut dengan di las, menutup tube yang bocor, kemudian mengganti blade yang patah"

**Penulis** : "Oh gitu, terimakasih banyak bas penjelasannya"

**4<sup>th</sup> Engineer** : "Ok det, sama-sama, mumpung masih cadet belajar yang rajin ya"

**Penulis** : "Siap bas"





## LAMPIRAN 7

### LEMBAR KUISIONER

Kuisisioner tentang penentuan prioritas faktor penyebab terjadinya masalah kerusakan sudu-sudu *cargo oil pump turbine*.

NAMA : BUDIYO SUNU JATMIKO

JABATAN : CHIEF ENGINEER

TEMPAT KERJA : MT. GAMALAMA

NO	MASALAH	NILAI		
		URGENCY	SERIOUSNESS	GROWTH
1	Kebocoran pada kondensor			✓
2	Uap basah	✓	✓	
3	Rotor tidak balance	✓	✓	✓

#### WAWANCARA 4

**Penulis** : "Selamat pagi chief"

: "Iya, selamat pagi det"

: "Mohon ijin bertanya chief, faktor yang menyebabkan rusaknya sudu jalan pada turbin uap itu apa chief?"

**Chief Engineer** : "Penyebab rusaknya sudu jalan turbin uap karena kebocoran kondensor, uap basah, dan rotor tidak balance".

**Penulis** : "Kenapa bisa terjadi hal tersebut chief?"

**Chief Engineer** : "Kondensor bocor akibat adanya korosi pada tube, karena zink anode pada MGPS habis, kemudian terjadi fouling pada filter seachest dampaknya ya pada mesin pendingin. Hal ini terjadi karena kurangnya kepedulian untuk melakukan PMS".

**Penulis** : "bagaimana upaya mengatasi dari faktor penyebab tersebut chief?"

**Chief Engineer** : "Mengatasi nya dengan melakukan penggantian zink anode MGPS dengan yang baru sekaligus membersihkan filter seachest, melakukan penutupan tube kondensor yang bocor, penggantian blade, pemasangan rotor yang harus presisi, blowdown boiler dengan teratur, serta menghimbau pada semua crew mesin terutama masinis untuk meningkatkan kepedulian perawatan mesin, dan pengeoperasian turbin sesuai manual book"

**Penulis** : "oh, siap chief terimakasih"

**Chief Engineer** : "iya det, belajar yang rajin det jangan malu malu tanya saya atau masinis"

**Penulis** : "siap chief, terimakasih arahannya"

**Chief Engineer**  
Budiyo Sunu Jatmiko  
PERSERO

## LAMPIRAN 8

### LEMBAR KUISIONER

Kuisisioner tentang penentuan prioritas faktor penyebab terjadinya masalah kerusakan sudu-sudu *cargo oil pump turbine*.

NAMA : RIZKY DWI PAMBUDI

JABATAN : ENGINE CADET

TEMPAT KERJA : MT. GAMALAMA

		NILAI		
NO	MASALAH	URGENCY	SERIOUSNESS	GROWTH
1	Kebocoran pada kondensor	✓	✓	
2	Uap basah		✓	✓
3	Rotor tidak <i>balance</i>		✓	✓



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Rizky Dwi Pambudi  
Tempat, tanggal lahir : Semarang, 13 Januari 1995  
Alamat : Graha Sendang Mulyo Blok EE 1  
No. 14 RT 02/RW 26  
Semarang, Jawa Tengah



### Nama Orang Tua

a. Ayah : Budi Riyanto  
b. Pekerjaan : Pegawai Swasta  
c. Ibu : Haryani  
d. Pekerjaan : Ibu Rumah Tangga  
e. Alamat : Graha Sendang Mulyo Blok EE 1  
No. 14 RT 02/RW 26  
Semarang, Jawa Tengah

### Riwayat Pendidikan

a. SD : SDN Sendang Mulyo 02  
b. SMP : MTsN 1 Semarang  
c. SMA : SMKN 11 Semarang  
d. Akademi : Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang (Angkatan 53)

### Pengalaman Praktek Laut

a. Nama Kapal : 1. MT. Gamalama  
b. Jenis Kapal : Crude Oil Tanker  
c. Perusahaan : PT. Pertamina Shipping  
d. Alamat : Jl. Yos Sudarso no.34 Tj.Priok, Jakut